

⑫ 公開特許公報(A) 平3-196407

⑪ Int. Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	⑬ 公開 平成3年(1991)8月27日
H 01 B 1/06		7244-5G	
C 08 F 12/00	A	7211-4J	
		6917-4J	
C 08 L 25/04	LEJ	8416-4J	
	LLX	7142-4J	
	LQD	6917-4J	
	LQE	6917-4J	
G 02 F 1/15	5 0 7	8307-2H	
H 01 M 6/18		8222-5H	
		8939-5H	
// C 08 G 65/32	NQH	6917-4J	

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 イオン伝導性固体電解質

⑮ 特 願 平1-334885

⑯ 出 願 平1(1989)12月26日

⑰ 発 明 者 高 橋 透 千葉県市原市五井南海岸8番の1 宇部興産株式会社千葉研究所内

⑱ 出 願 人 宇部興産株式会社 山口県宇部市西本町1丁目12番32号

明 細 書

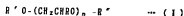
1. 発明の名称

イオン伝導性固体電解質

2. 特許請求の範囲

(1) ①アクリロイル変性ポリアルキレンオキシド、②ポリアルキレングリコールとポリスチレンあるいはポリスチレン誘導体とを含むブロック共重合体及び③無機イオン塩とからなる組成物を硬化させてなることを特徴とするイオン伝導性固体電解質。

(2) 前記組成物に更に④下記一般式(1)で表されるポリアルキレングリコールまたはその誘導体を含有してなる請求項(1)記載のイオン伝導性固体電解質。



(但し、R、R'及びR''は水素または低級アルキル基、nは3〜30の整数を示す。)

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、イオン伝導性固体電解質に関する。

本発明のイオン伝導性固体電解質は、一次電池、二次電池、エレクトロクロミック表示素子等の固体電解質として利用できる。

(従来の技術)

一次電池、二次電池、エレクトロクロミック表示(以下、単にECDとする。)素子等の電解質としては従来より液体のものが用いられてきた。しかしながら、液体電解質は部品外部への液漏れや電極物質の溶出等が発生し易いため長期信頼性に問題がある。

それに対し固体電解質は上記のような問題が生ずることがなく、各装置における部品の構成が簡略化でき、更に薄膜化により部品の軽量化及び小型化が可能となる等の利点を有している。

これら固体電解質の材料には、従来より例えばβ-アルミナ、酸化銀、ルビジウム、ヨウ化リチウム等の無機物が用いられているが、無機物は任意の形状に成形、成膜するのが困難な場合が多く、かつ一般に高価格であるため実用上は問題が多い。

一方、無機物に代わり高分子をベースとする固

体高分子電解質（以下、単にSPBとする。）は、均一な薄膜で任意な形状に容易に加工できる長所を有することから、種々のポリマーをベースに用いるSPBが研究され、またそれらに適用する電池あるいはECD素子が提案されている。

従来からよく知られているSPBとしては、高分子量のポリエチレンオキシド（以下、単にPEOとする。）をベースポリマーとした無機イオン塩との複合体がある。このPEOをベースとしたSPBは、常温で結晶性を有するため良好なイオン伝導性を示さず各種改良がなされ、側鎖にポリエチレンオキシド構造を有する誘導体や他のポリマーとのブレンド物等結晶化の起こりにくい高分子をベースポリマーとし、イオン伝導性の改良・向上を目的としたSPBが多く提案されている。例えば、ベースポリマーとして特開昭58-82477公報では錯合ポリマーと網状構造化ポリマーとのブレンド物が、同58-188062公報ではPEOとポリメタクロイルオキシベンゾエートとの配合物が、同60-216462公報ではジメチルシロキサンとPEOとの共重合物が、同61-471132公報ではポリエチレンオキシドメタクロイルポリマーとポリメタクロイル金属塩の複合物が、同61-260557公報ではリン酸エステルマクロマーが、同62-285954公報ではポリエチレングリコールジアクリレートを含む組成物の硬化物が、同63-136408公報では分枝状PEOが、同63-136409公報ではポリエチレンオキシド付加ポリシロキサン変性物が、特開平1-107477公報ではアルキル化ポリエーテルグリコール重合物がそれぞれ提案されている。

更に、低分子量ポリエチレンオキシドを他のベースポリマーに配合してイオン伝導性を改良したSPBが、例えば、アメリカ特許第4654279号公報、特開昭63-139226公報、特開平1-107470公報等に提案されている。

しかし、この低分子量ポリエチレンオキシドを添加してイオン伝導性を向上させる方法は、添加量によっては固体電解質の機械的特性が低下するおそれがある。

（発明が解決しようとする課題）

SPBを電池、エレクトロクロミック等を使用する場合、その特性としてイオン伝導性以外に、その機械的特性も重要な因子となる。例えば、高分子のフィルム形成能に着目して、超薄型リチウム電池のイオン伝導性隔膜への応用の開発が進められているが、この場合、SPBフィルムの機械的強度が不十分であると、電池製造時の負極や正極シート等との積層工程において破損し易く、破損が生じた場合は負極と正極とがショートし電池性能が著しく低下することになる。また、リチウム電池において放電の際、負極活物質のリチウム金属がリチウムイオンとして溶出し、負極の体積が減少すると共に正極活物質中にリチウムイオンが取り込まれて、正極の体積が増加する。従って、これらの変形にも対応できる機械的特性がイオン伝導性隔膜として要求されている。

更に、上記した超薄型リチウム電池のイオン伝導性隔膜ばかりでなく、SPBをカメラ用の渦巻き型リチウム電池のセパレーターに適用する場合には、より厳しい強度等の機械的特性が要求され

る。

上記したようにSPBにおいては、そのイオン伝導性の向上だけでなく、その強度等の機械的特性の向上も併せて要望されているのが現状である。これらの要望にあって、上記の従来から提案されているSPBは、いずれもイオン伝導性が未だ不十分であったり、機械的強度や安定性等の点で必ずしも満足いく特性が得られていない。

本発明は、従来の固体高分子電解質の欠点を改良し、優れたイオン伝導性及び機械的特性を併せて有するイオン伝導性固体電解質組成物を提供することを目的とする。

（課題を解決するための手段）

本発明によれば、①アクリロイル変性ポリアルケンオキシド、②ポリアルケングリコールとポリスチレンあるいはポリスチレン誘導体とを含むブロック共重合体及び③無機イオン塩とからなる組成物を硬化させてなることを特徴とするイオン伝導性固体電解質が提供される。

また、前記組成物に更に第4成分として下記一

般式(1)で表されるポリアルキレングリコールまたはその誘導体を含有させるイオン伝導性固体電解質が提供される。



(但し、R、R'及びR''は水素または低級アルキル基、nは3～30の整数を示す。)

以下、本発明の組成物について、詳細に説明する。

本発明の固体電解質を構成する組成物の第1成分でうるアクリロイル変性ポリアルキレンオキシドとしては、例えば、トリエチレングリコールモノアクリレート、テトラエチレングリコールモノアクリレート、ポリエチレングリコールモノアクリレート、メトキシテトラエチレングリコールモノアクリレート、フェノキシテトラエチレングリコールモノアクリレート、メトキシポリエチレングリコールモノアクリレート、トリエチレングリコールモノメタクリレート、ポリエチレングリコールモノメタクリレート、メトキシポリエチレングリコールモノメタクリレート、ポリエチレングリ

リコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジメタクリレート、トリエチレングリコールトリメチロールプロパントリアクリレート及びこれら化合物のエチレングリコール構造をプロピレングリコール構造またはエチレンオキシドとプロピレンオキシドとの任意の割合からなる共重合体構造に代えた化合物等が挙げられる。

上記アクリロイル変性ポリアルキレンオキシドはエチレンオキシド重合体のポリエチレングリコールやポリプロピレンオキシド重合体のポリプロピレングリコール等をアクリル酸エステル、メタアクリル酸エステル等により変性することにより得られるが、市販されているものを用いることができる。

本発明のアクリロイル変性ポリアルキレンオキシドの分子量は、特に制限されるものでなく通常は200～30000、好ましくは250～3000のものが用いられる。また、2種以上のアクリロイル変性ポリアルキレンオキシドを併用してもよい。

本発明の固体電解質を構成する組成物には、第

7

8

2成分としてポリアルキレングリコールとポリスチレンあるいはポリスチレン誘導体とを含むブロック共重合体が含まれる。このブロック共重合体は一般には、ポリアルキレングリコールにスチレンあるいはスチレン誘導体モノマーを作用させるか、あるいはポリスチレンあるいはポリスチレン誘導体にアルキレングリコールを作用させて得ることができる。例えばアゾビスシアノペンタン酸クロリドを開始剤として、スチレン誘導体モノマーを重合させ、さらに末端反応性酸クロリドとポリエチレングリコールを重合する方法、あるいは別法としてポリエチレングリコールとアゾビスシアノペンタン酸クロリドとを重合させて得られるアゾ基含有ポリエチレングリコールを開始剤としてスチレンあるいはスチレン誘導体モノマーをラジカル重合することによりポリエチレングリコールとポリスチレンあるいはポリスチレン誘導体とを含むブロック共重合体を得ることができる。

上記第2成分のブロック共重合体を構成するポリアルキレングリコールは、一般式  $HO-(CH_2)_n-$

$CH_2-O-$ で表され、Rが水素または低級アルキル基であるエチレングリコール、プロピレングリコール、1,3-ブチレングリコール等のアルキレングリコールの重合体であって、重合度が5～1000、好ましくは10～750のものが用いられる。

ここで用いられるスチレン誘導体モノマーとしては一般式  $R_1-C_6H_4-R_2$  で表わされるものであり、



(ここでR<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub>としては、水素、低級アルキル、ハロゲン、アルコキシなどの置換基を示す)

例えば、メチルスチレン、α-メチルスチレン、ジクロロスチレンなどをあげることができる。

また、ポリスチレン誘導体としては、上記のスチレン誘導体モノマーの重合体あるいは、これらの2種以上の共重合体等が挙げられる。

本発明の固体電解質を構成する組成物の第3成

分である無機イオン塩としては特に制限されないが、例えば、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiSCN}$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ 、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{NaI}$ 、 $\text{NaSCN}$ 、 $\text{NaBr}$ 、 $\text{KI}$ 、 $\text{CsSCN}$ 、 $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2$ 等の $\text{Li}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{K}$ 、 $\text{Cs}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Cu}$ 及び $\text{Hg}$ のうちの少なくとも一種を金属イオンとして含む無機イオン塩を使用するのが好ましい。また、無機イオン塩は2種以上複数併用して用いてもよい。

本発明において、固体電解質を構成する組成物の第3成分の無機イオン塩は、上記第1成分のアクリロイル変性ポリアルケンオキシド及び第2成分のポリアルケングリコール・ポリスチレンあるいはポリスチレン誘導体ブロック共重合体のポリアルケングリコールにおけるアルケンオキシドユニット（以下、単にEOとする。）に対し、無機イオン塩が、好ましくは0.5～5.0モル%の範囲、より好ましくは0.1～3.0モル%の範囲となるように含有させるのがよい。

無機イオン塩の含有量が多すぎると、過剰の無機イオン塩が解離しないで単に混在することにな

り、そのためイオン伝導性が低下するため好ましくない。また、含有量が少なすぎると、解離するイオンの数が少なくイオン伝導性が低下することになり、上記範囲の含有量とするのがよい。

本発明の固体電解質は、上記の第1成分のアクリロイル変性ポリアルケンオキシド、第2成分ブロック共重合体をベースポリマーとして、第3成分無機イオン塩を添加混合してなる組成物を硬化させることによって得ることができる。

ある。

また、本発明においては、上記アクリロイル変性ポリアルケンオキシド、ブロック共重合体及び無機イオン塩とからなる組成物に、更に前記一般式（I）で表されるポリアルケングリコールまたはその誘導体を第4成分として添加含有させ、イオン伝導性を高めることができる。

一般式（I）で表されるポリアルケングリコール及びその誘導体としては、例えばテトラエチレングリコール、ヘキサエチレングリコール、オクタエチレングリコール及びそれらのモノあるい

# 11

はジメチルエーテル誘導体、並びに上記のエチレングリコール構造をプロピレングリコールまたはエチレンオキシドとプロピレンオキシドの共重合構造に代えた化合物等が挙げられる。これらポリアルケングリコール等は、2種以上の複数を用いてもよい。

この場合のポリアルケングリコール及びその誘導体の分子量は約100～2000のものが好ましい。この分子量が高すぎると、イオン伝導性が低下する。一方、この分子量が低すぎると、気化しやすくなり固体電解質から徐々に気化するおそれがあり好ましくない。

また、ポリアルケングリコール及びその誘導体の本発明の固体電解質における含有量は、前記アクリロイル変性ポリアルケンオキシドと、前記ブロック共重合体に対し、500重量%以下が好ましく、より好ましくは400重量%以下で添加含有させる。この含有量が多すぎると組成物の機械的強度が低下して実用上望ましくない。

本発明の固体電解質は、第1成分のアクリロイ

# 12

ル変性ポリアルケンオキシド、第2成分の前記ブロック共重合体及び第3成分の無機イオン塩とを、またはそれらに更に上記（I）式で表わされるポリアルケングリコールまたはその誘導体を添加混合してなる組成物を硬化させることにより得ることができる。

各成分の添加混合は、公知のいずれの方法を用いても行うことができ、特に制限されるものでない。例えば、テトラヒドロフラン、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、アセトニトリル等の溶媒を用いて均一に混合してもよいし、常温または加熱下で機械的に混練し均一化してもよい。

また、本発明の固体電解質を構成する組成物を硬化する手段としては、加熱による硬化や、紫外線、可視光線等の活性光線の照射による硬化等の方法が用いられる。

硬化を加熱方法で行う場合、固体電解質に必要な開始剤として過酸化物、例えばベンゾイルパーオキシライド、メチルエチルケトンパーオキシ

イド、４－チルパーオキシビバレート、ジイ  
プロオビルパーオキシカーボネート等を添加する  
のが好ましい。

また、活性光線にて硬化させる場合は、固体電  
解質に光重合開始剤として、ベンゾイン、２－メ  
チルベンゾイン、トリメチルシリルベンゾフェノ  
ン、４－メトキシベンゾフェノン、ベンゾインメ  
チルエーテル、アセトフェノン、アントラキノ  
ン、２，２－ジメトキシ－２－フェニルアセトフェノ  
ン等を添加するのが好ましい。

上記のようにして得られる本発明の固体電解質  
は、フィルム状、繊維状、パイプ状、チューブ状  
に成形して用いるか、またはこれら成形したもの  
を更に加工して用いてもよい。成形加工は、プレス  
法、押出法、キャスト法等のいずれの成形方法  
を用いてもよい。

#### 〔実施例〕

以下に、本発明の実施例について詳しく説明す  
る。但し、本発明は、本実施例に限定されるもの  
でない。

1 5

合溶解し均一溶液とした。この均一溶液を窒素気  
流下でアルミシャーレ中に薄く流延して、その後、  
真空乾燥にてテトラヒドロフランを除去し、更に、  
窒素雰囲気にて 250 W の超高压水銀灯を用い 5  
mW/cm<sup>2</sup> の照度で 3 時間照射して、ゴム弾性を有し  
た硬化フィルムを得た。

得られたフィルムのイオン伝導度 ( $\sigma$ ) を、室  
温にて複素インピーダンス法で測定した。その結  
果、得られた固体電解質フィルムは  $3.5 \times 10^{-5}$   
S/cm のイオン伝導度を示した。

また、得られたフィルムの機械的強度特性を測  
定するため、幅 0.4 cm、厚さ 0.04 cm で打ち抜い  
た試験片を作成して、その試験片の引張強度をオ  
ートグラフ（島津製作所製 D-5000）を用  
いて測定した。その結果固体電解質フィルムの引  
張強度は、32 kg/cm<sup>2</sup> であった。

#### 実施例 2

実施例 1 において、第 4 成分として、更にポリ  
エチレングリコールジメチルエーテル（分子量  
400、旭電化株式会社製 CLB-400）を 1.0 g

#### 実施例 1

〔ポリスチレン・ポリエチレングリコールブロッ  
ク共重合体の合成〕

重合開始剤として、アゾビスシアノペンタン酸  
クロリドを用いて、所定量のスチレンモノマーを  
窒素封管中、60℃で重合して末端に反応性クロ  
ロリドを有するポリスチレンを得た。

これに、ポリエチレングリコールを混合し、ベン  
ゼン溶液中で加熱還流して重合を行い、分子  
量約 10 万のポリスチレン・ポリエチレングリコ  
ールブロック共重合体を得た。

〔イオン伝導性固体電解質の製造〕

メトキシポリエチレングリコールモノアクリレ  
ート（新中村化学株式会社製 AM-90G）1.7 g、  
上記の方法で得られたポリエチレングリコール・  
ポリスチレンブロック共重合体 0.3 g、無機イオ  
ン塩としての過塩素酸トリチウム（LiClO<sub>4</sub>）の濃度  
0.1 g/cm<sup>3</sup> のテトラヒドロフラン溶液 2 cc 及び  
2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン  
0.004 g をテトラヒドロフラン 10 ml 中に混

1 6

加えた以外は実施例 1 と同様にして固体電解質フ  
ィルムを得た。

得られたフィルムのイオン伝導度及び引張強度  
を実施例 1 と同様にて測定した。その結果、イオン  
伝導度  $\sigma$  は  $8.5 \times 10^{-4}$  S/cm、引張強度は 20  
kg/cm<sup>2</sup> であった。

#### 比較例 1

ポリエチレングリコール・ポリスチレンブロッ  
ク共重合体に替えて、平均分子量が約 10 万のポリ  
エチレノキシドを用いた以外は、実施例 1 と  
全く同様にしてフィルム状の組成物を得て、その  
イオン伝導度及び引張強度について実施例 1 と同  
様に測定した。

その結果、イオン伝導度  $\sigma$  は  $2.0 \times 10^{-5}$  S/  
cm であり、引張強度は 5 kg/cm<sup>2</sup> であった。

#### 比較例 2

ポリエチレングリコール・ポリスチレンブロッ  
ク共重合体に替えて、平均分子量が約 10 万のポリ  
エチレノキシドを用いた以外は、実施例 2 と  
全く同様にしてフィルム状の組成物を得て、イオ

1 7

1 8

ン伝導度及び引張強度についても、同様に測定した。

その結果、イオン伝導度 $\sigma$ は $6.5 \times 10^{-4} \text{ S/cm}$ であり、引張強度は $1.5 \text{ kg/cm}^2$ であった。

上記の実施例及び比較例より明らかなように、本発明のアクリロイル変性ポリアルキレンオキシド及びポリアルキレングリコール・ポリスチレンブロック共重合体を用い、無機イオン塩または無機イオン塩及びポリアルキレングリコールあるいはその誘導体とからなる固体電解質は、優れたイオン伝導性及び機械的強度を併せ持つことが分かる。

#### 〔発明の効果〕

本発明のイオン伝導性固体電解質は、従来のものに比して、イオン伝導性も高く、且つ優れた成形加工性及び機械的特性を有し、一次電池、二次電池、燃料電池、エレクトロクロミック表示素子等に使用する固体電解質として工業上極めて有用である。

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-196407

(43)Date of publication of application : 27.08.1991

(51)Int.Cl.

H01B 1/06  
C08F 12/00  
C08F299/00  
C08L 25/04  
C08L 53/00  
C08L 71/02  
C08L 71/02  
G02F 1/15  
H01M 6/18  
H01M 10/40  
// C08G 65/32

(21)Application number : 01-334885

(71)Applicant : UBE IND LTD

(22)Date of filing : 26.12.1989

(72)Inventor : TAKAHASHI TORU

(54) ION CONDUCTIVE SOLID ELECTROLYTE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a substance of high ion conductivity by hardening a composition by addition of specified substances to acryloyl denaturated polyalkylene oxide.

CONSTITUTION: An ion conductive solid electrolyte is obtained by hardening a composition composed of I: acryloyl denaturated polyalkylene oxide, II: block copolymer including polyalkylene glycol and polystyrene or polystyrene derivative and III: inorganic ion salt. As a fourth component of the composition polyalkylene glycol or its derivative expressed in the formula is included therein. In this formula, R, R' and R'' represent hydrogen or low grade alkyl radical and (n) represents an integer of 3 to 30. The obtained substance is of higher ion conductivity than conventional one, having forming workability and mechanical characteristic, and employed effectively as a solid electrolyte used for a primary battery, a secondary battery, a fuel cell, an electrochromic display element and the like.

Fig. 1: Schematic diagram of the solid electrolyte.